

Generarea avansată a funcțiilor/arborilor pentru evaluarea îmbunătățită a binarizării în procesarea imaginilor

- raport tehnic dezvoltat pe baza soluției dezvoltate pentru cerința de proiect a cursului Managementul Proiectelor Software -

Albert Cristian Crăciun
Univeristatea Politehnică București
albert.craciun@stud.acs.upb.ro

Alexandru Olteanu
Univeristatea Politehnică București
alexandru.olteanu01@stud.acs.upb.ro

Darius Ionuț Brînzan
Univeristatea Politehnică București
darius.brinzan@stud.acs.upb.ro

Eduard Mihai Spirache
Univeristatea Politehnică București
eduard.spirache@stud.acs.upb.ro

Ștefan Andrei Panait
Univeristatea Politehnică București
stefan.panait2112@stud.acs.upb.ro

Bogdan Costin Pavăl
Univeristatea Politehnică București
bogdan_costin.paval@stud.acs.upb.ro

Abstract

Căutarea unor metode robuste de binarizare în procesarea imaginilor este perpetuă, având în vedere rolul lor critic în sarcinile analitice ulterioare. Această lucrare descrie o soluție software, proiectată cu scopul de a perfecționa generarea de funcții/arbori pentru evaluarea tehnicilor de binarizare. Expunem provocările endemice ale domeniului, dezvoltăm designul soluției noastre și arhitectura sa multithread și prezentăm rezultatele care prevăd îmbunătățiri semnificative în evaluarea binarizării.

Cuvinte-cheie: Binarizare, generare de funcții/arbori, procesare de imagini, optimizare software, dezvoltare de algoritmi, C++, metodologia agile.

I. INTRODUCERE

În domeniul dinamic al prelucrării imaginilor, provocarea unei binarizări eficiente reprezintă o etapă fundamentală către sarcini mai avansate de analiză a imaginilor. Această lucrare prezintă o soluție software meticolos elaborată, concepută pentru a inova în generarea și evaluarea funcțiilor/arborilor pentru optimizarea binarizării. Soluția noastră îmbină în mod unic capacitățile bazate pe performanță ale limbajului C++ cu diverse alte tehnologii și metode de programare, întruchipând principiile agile ale dezvoltării iterative și ale colaborării în echipe inter funcționale. Această combinație de tehnologii ne permite să abordăm complexitatea binarizării imaginilor cu o abordare mai nuanțată și mai eficientă, depășind limitele metodologiilor convenționale și deschizând calea pentru tehnici noi și mai eficiente de procesare a imaginilor.

II. DESCRIEREA SOLUȚIEI

Soluția noastră software, concepută pentru îmbunătățirea binarizării imaginilor, este un ansamblu complex de componente algoritmice, fiecare având un rol specific în procesul general. Această secțiune oferă o prezentare detaliată a acestor componente, concentrându-se asupra funcționalităților și interacțiunii lor.

A. Componente de bază și funcționalități

i. apply_function: Această funcție versatilă este punctul central al operațiunilor noastre de nod. Ea execută o serie de operații matematice pe baza ID-ului de funcție asociat fiecărui nod. Aceste operații cuprind aritmetică de bază, funcții trigonometrice și calcule mai complexe, permițând diverse capacități de procesare a datelor în cadrul fiecărui nod.

ii. Structuri de noduri și arbori: Structura `node` este elementul fundamental al arborilor noștri. Aceasta cuprinde

un ID unic, un ID de funcție care îi dictează rolul operațional și legături către nodurile inferioare, formând astfel o structură arborescentă ierarhică stratificată. Structura `tree` cuprinde aceste noduri, împreună cu o valoare F-measure care cuantifică eficiența arborelui în procesul de binarizare.

iii. Generare aleatorie a arborilor (generate_tree): Această funcție generează arbori în mod aleatoriu, variind adâncimea și lățimea acestora. Prin modificarea numărului de niveluri și noduri, aceasta creează o gamă largă de configurații de arbori, esențiale pentru o examinare cuprinzătoare a potențialelor strategii de binarizare.

iv. Recursive Tree Building (tree_build): După generare, `tree_build` procesează metodic arborele. Se pornește din rădăcină (parcursere top-down), prima dată se procesează recursiv nodurile copil, apoi după ce aceștia sunt gata, se aplică funcția din nodul curent pe valorile din nodurile copil. Astfel, se încheie procesarea nodului curent.

v. Calcularea măsurii F (f_measure_build): Punctul central pentru procesul nostru de evaluare, această funcție calculează F-measure pentru fiecare arbore. Aceasta ia în considerare adevăratele pozitive, falsele pozitive, adevăratele negative și falsele negative, oferind o evaluare nuanțată a preciziei de binarizare a fiecărui arbore.

B. Calcularea timpului și eficiența

Un aspect crucial al soluției noastre este eficiența sa, în special în ceea ce privește timpul de calcul. Calculul timpului este parte integrantă a acestui aspect, permițându-ne să cuantificăm îmbunătățirile de performanță pe care le oferă soluția noastră:

i. Mecanisme de cronometrare: Utilizăm funcții precise de cronometrare pentru a măsura durata proceselor cheie, cum ar fi generarea arborelui, procesarea datelor și calculul măsurilor F. Aceste date de temporizare sunt esențiale pentru evaluarea eficienței software-ului, ajutând la identificarea blocajelor și a zonelor de optimizare.

ii. Multithreading pentru performanțe îmbunătățite: Pentru a spori eficiența procesării, `start_global_solution` și `start_local_solution` utilizează multithreading. Această abordare permite evaluarea simultană a mai multor arbori, reducând semnificativ timpul total de calcul, în special atunci când se lucrează cu seturi de date extinse.

C. Privire generală asupra soluției

În esență, software-ul nostru reprezintă un amestec armonios de inovație algoritmică, versatilitate matematică și eficiență de calcul. Acesta se află în fruntea tehnologiei de procesare a imaginilor, în special în ceea ce privește optimizarea tehnicilor de binarizare. Proiectarea și implementarea meticuloasă a fiecărei componente asigură

faptul că soluția noastră nu numai că îndeplinește, ci și depășește standardele actuale în evaluarea binarizării, oferind progrese semnificative atât în ceea ce privește precizia, cât și viteza de procesare.

III. ARHITECTURA

Arhitectura software-ului nostru este o dovadă a unei inginerii sofisticate de tip multi-threaded, concepută cu pricepere pentru a maximiza eficiența computațională prin procesarea simultană a mai multor sarcini. Această secțiune analizează complexitatea arhitecturii, evidențiind designul modular, extensibilitatea și îmbinarea perfectă a diverselor sale componente.

A. Proiectare modulară

i. *Structuri de noduri și arbori:* În centrul arhitecturii noastre se află structurile `node` și `tree`. Structura `node` este o unitate versatilă care înglobează o funcție matematică, un identificator unic și pointeri către nodurile inferioare. Acest design permite ca fiecare nod să acționeze ca o unitate de calcul independentă, contribuind la funcționalitatea generală a arborelui. Structura `tree` integrează aceste noduri într-o structură coerentă, care cuprinde numărul total de noduri ale arborelui și măsura F, măsura de performanță a acestuia.

ii. *Biblioteca de funcții:* O componentă esențială a arhitecturii noastre este biblioteca de funcții matematice predefinite. Această bibliotecă este o colecție de algoritmi capabili să efectueze o serie de operații, de la aritmetică de bază la calcule matematice complexe. Natura modulară a acestei biblioteci permite extinderea și integrarea cu ușurință a unor noi funcții, pentru a răspunde cerințelor și direcțiilor de cercetare în evoluție.

B. Procesare în mai multe fire de execuție

i. *Evaluare paralelă a arborilor:* Valorificând puterea multi-threading-ului, arhitectura noastră facilitează procesarea paralelă a evaluărilor de arbori. Acest lucru este deosebit de evident în funcțiile `start_global_solution` și `start_local_solution`, care evidențiază calculul simultan al mai multor arbori. Această abordare reduce semnificativ timpul de procesare, în special atunci când se gestionează seturi de date pe scară largă sau structuri complexe de arbori.

ii. *Eficiență în calcul:* Prin distribuirea sarcinii de calcul pe mai multe fire de execuție, arhitectura noastră asigură o utilizare echilibrată a resurselor sistemului. Acest lucru duce la o creștere substanțială a vitezei de procesare, permițând analize în timp real și timpi de execuție mai rapizi pentru seturi de date extinse.

C. Flexibilitate și extensibilitate

i. *Adaptabilitate la îmbunătățiri viitoare:* Proiectarea arhitecturii este în mod inerent flexibilă, permițând integrarea unor funcționalități sau algoritmi suplimentari pe măsură ce evoluează domeniul prelucrării imaginilor. Această extensibilitate asigură faptul că soluția noastră rămâne la vârful tehnologiei, fiind adaptabilă la noile provocări și progrese din domeniu.

iii. *Cadru scalabil:* Arhitectura suportă scalabilitatea, fiind capabilă să acomodeze sarcini de lucru sporite sau structuri arborescente mai complexe, fără a compromite performanța. Această scalabilitate este esențială pentru

aplicabilitatea software-ului în diverse contexte, de la cercetare academică la aplicații industriale.

D. Privire generală asupra arhitecturii

Arhitectura software-ului este un amestec de proiectare modulară, procesare eficientă cu mai multe fire și flexibilitate orientată spre viitor. Ea se prezintă ca un cadru robust și adaptabil, construit pentru a răspunde cerințelor actuale și viitoare de binarizare și procesare a imaginilor, asigurând o relevanță și o eficacitate continuă în domeniul evoluției rapide a analizei imaginilor.

IV. REZULTATE

Rezultatele obținute în urma implementării software-ului nostru nu sunt doar încurajatoare, ci și indicative cu privire la potențialul acestuia de a redefini standardele în evaluarea binarizării imaginilor. Această secțiune detaliază aceste rezultate, concentrându-se pe eficacitatea arborilor generați, pe aplicarea măsurii F ca instrument de evaluare și pe îmbunătățirile observate în ceea ce privește performanța de procesare.

A. Eficacitatea generării de arbori:

i. *Diversitatea structurilor de arbori:* Una dintre realizările cheie ale soluției noastre este capacitatea sa de a genera o mare varietate de structuri de arbori. Această diversitate este importantă, deoarece permite o examinare cuprinzătoare a diferitelor metode de binarizare. Rezultatele arată că software-ul poate crea cu succes arbori care variază semnificativ în ceea ce privește adâncimea, lățimea și complexitatea funcțiilor, acoperind astfel un spectru larg de scenarii posibile de binarizare.

ii. *Acuratețea binarizării:* Arborii generați de software-ul nostru au demonstrat o capacitate remarcabilă de a binariza cu precizie imaginile. Acest lucru este foarte evident atunci când se compară rezultatul acestor arbori cu adevărurile de bază stabilite, unde se observă un grad ridicat de conformitate. Această acuratețe este o dovadă a eficienței concepției algoritmice și a funcțiilor matematice utilizate în nodurile arborelui.

B. Aplicarea măsurii F:

i. *Evaluare cantitativă:* Măsura F, o măsurătoare echilibrată, servește drept instrument-cheie în procesul nostru de evaluare. Prin aplicarea acestei măsuri, putem evalua cantitativ eficiența fiecărui arbore în procesul de binarizare. Criteriile de referință inițiale care utilizează măsura F au indicat faptul că arborii noștri nu numai că îndeplinesc, dar adesea depășesc standardele așteptate de calitate a binarizării.

ii. *Analizarea performanței:* Măsura F a oferit informații valoroase privind punctele forte și punctele slabe ale diferitelor configurații de arbori. Această măsură ne-a permis să identificăm care structuri de arbori sunt cele mai eficiente și ce aspecte ale procesului de binarizare ar putea necesita o optimizare suplimentară.

C. Îmbunătățiri ale performanței de procesare:

i. *Viteza de evaluare:* O observație semnificativă din rezultatele soluției este performanța accelerată a software-ului. Utilizarea multi-threading-ului a redus considerabil timpul necesar pentru evaluarea mai multor arbori, facilitând iterații mai rapide și o analiză generală mai rapidă.

ii. *Manipularea seturilor mari de date:* Software-ul a demonstrat capacitatea sa de a gestiona în mod eficient seturi mari de date. Această capacitate este deosebit de importantă în aplicațiile din lumea reală, în care volumele mari de date de imagine trebuie procesate cu promptitudine.

D. *Analiza soluțiilor locale vs. globale:*

i. *Abordări distincte ale evaluării arborilor:* Un aspect ce trebuie luat în considerare este distincția dintre soluțiile locale și globale în evaluarea arborilor. Soluția locală se concentrează pe optimizarea arborilor individuali, ajustându-i pe fiecare dintre ei pentru o eficacitate maximă în binarizare. Această abordare permite examinarea detaliată și îmbunătățirea performanțelor unui singur arbore, ceea ce duce la metode de binarizare foarte optimizate, deși posibil specializate. În schimb, soluția globală cuprinde o perspectivă mai largă, evaluând performanța arborilor într-un context mai generalizat. Acest lucru ajută la înțelegerea modului în care diferite structuri de arbori se comportă într-o serie de scenarii, oferind informații despre versatilitatea și adaptabilitatea metodelor de binarizare.

ii. *Echilibrul între specificitate și generalizare:* Soluția locală excellează în obținerea unei precizii ridicate în cazuri specifice, ceea ce o face ideală pentru anumite sarcini de binarizare, în care condițiile sunt bine definite. Soluția globală, pe de altă parte, oferă o viziune mai cuprinzătoare, esențială pentru aplicațiile în care nevoile de binarizare sunt diverse și variate. Combinația dintre aceste două abordări, software-ul asigură o strategie echilibrată - una care se adresează atât nevoilor specializate, cât și aplicațiilor generale.

Impactul asupra rezultatelor: Diferențierea dintre soluțiile locale și cele globale a influențat în mod semnificativ rezultatele noastre. De exemplu, în timp ce soluțiile locale au demonstrat o acuratețe remarcabilă în cazuri de testare specifice, soluțiile globale au demonstrat o performanță constantă pe o gamă mai largă de date. Această dublă abordare ne-a oferit o înțelegere cuprinzătoare a capacităților soluției noastre, evidențiind domeniile de forță și potențialul de îmbunătățire atât în aplicații specifice, cât și în cele generale.

Încorporarea atât a strategiilor de soluții locale, cât și a celor globale a îmbogățit rezultatele soluției, oferind o perspectivă nuanțată asupra performanței software-ului. Această abordare de analiză duală nu numai că validează eficiența soluției în diverse contexte, dar subliniază și importanța versatilității și adaptabilității în prelucrarea imaginilor.

V. CONCLUZII

Rezultatele analizei noastre evidențiază îmbunătățirea binarizării imaginilor. Abordarea ilustrată de evaluările globale și locale ale arborelui, indică o cale propice pentru viitoarele îmbunătățiri ale software-ului, fiind utilă și pentru cercetare. Capacitatea soluției noastre de a se adapta și de a optimiza atât pentru sarcini de binarizare specifice, cât și pentru cele generale, nu numai că demonstrează versatilitatea sa, dar subliniază și potențialul său de a oferi o nouă imagine tehnologiei de procesare a imaginilor. Astfel, este susținută dezvoltarea și perfecționarea continuă, cu scopul de a valorifica pe deplin și de a extinde capacitățile inovatoare ale software-ului dezvoltat.